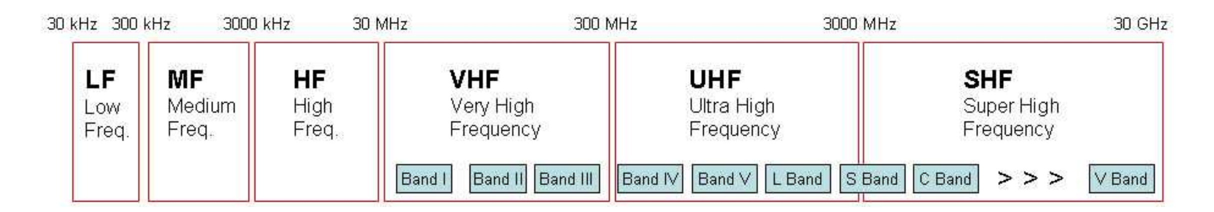
CAPITULO III: CIRCUITOS ABIERTOS DE TRANSMISIÓN DE TV

TEMA A: TRANSMISIÓN AÉREA DE TV: 1.- Espectro, banda baja, alta y muy alta. 2.- Banda lateral vestigial. Distorsiones de amplitud.

TEMA B: 1.-Diagrama en bloques del transmisor de TV. 2.-Modulación de Audio y Modulación de Video. 3.- Interportadoras.

TTEMA C: 1.- Nociones de antenas transmisoras y receptoras. 2.-Formas y Diagramas Horizontales y verticales. 3.- Omnidireccionalidad y direccionalidad

Espectro, banda baja, alta y muy alta



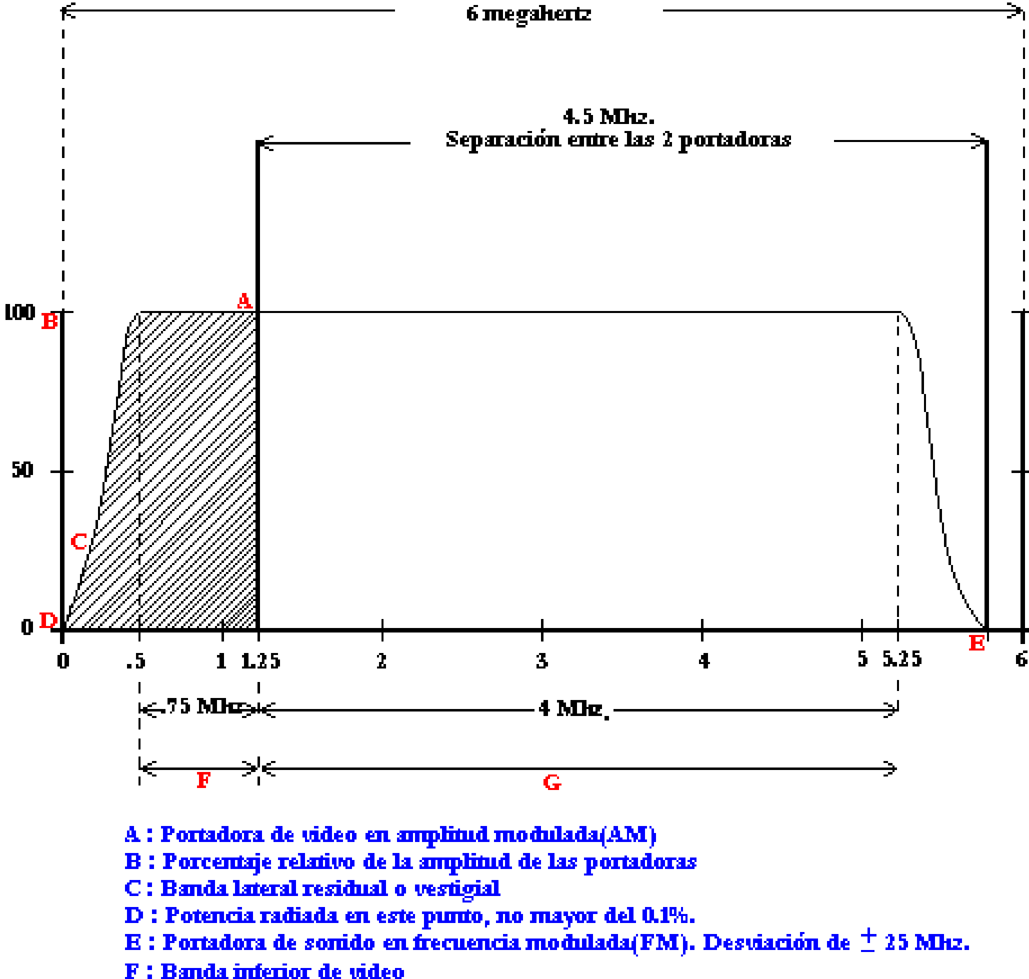
Transmisión

En esta ilustración notamos que la portadora de la imagen (Picture carrier) está colocada 1.25 Mhz. arriba del límite inferior del canal, en tanto que la portadora del sonido (sound carrier) está .25 Mhz. abajo del límite superior del canal.

La distancia que resulta entre las 2, es de 4.5 Mhz.

Es de notar también que las bandas laterales de los componentes de modulación de la imagen no se extienden simétricamente a ambos lados de la portadora de video, como se supone, sino que por razones que mas adelante se explicarán, la banda lateral con más alta frecuencia se extiende aproximadamente 4 Mhz. arriba de la portadora de video, en tanto que la banda lateral inferior se extiende solamente .75 Mhz. abajo de la portadora de video. Notamos también que la amplitud de las portadoras son iguales, por lo que se deduce que la potencia de radiación relativa de la imagen y del sonido es casi la misma.

Se observa también que la porción plana de la señal de video se extiende aproximadamente 4.75 Mhz y existe una banda de resguardo de .5 Mhz. que se coloca arriba y abajo de los límites de las bandas laterales, con esto se evita que la señal de video se extienda más allá del límite inferior del canal, también con esto se evita que la banda lateral superior de video interfiera con la portadora de sonido.



TRANSMISION A BANDA LATERAL VESTIGIAL O RESIDUAL:

Para transmitir y reproducir una imagen de 625 líneas y obtener una buena definición se requiere una banda de 4,2 Mhz. aproximadamente. Si se usara el sistema convencional de transmisión con dos bandas laterales, la señal de video al modular el transmisor, ocuparía un canal de 8,4 Mhz. Como un canal de televisión tiene únicamente 6 Mhz. y se debe transmitir tanto la imagen como el sonido, es lógico que no se pueda usar el método de doble banda lateral.

Por lo mismo, en televisión se usa la transmisión llamada "banda lateral vestigial o residual" y en la cual los componentes de modulación del lado de alta frecuencia tienen una extensión normal; en cambio la banda lateral inferior no se transmite completa, de ahí el nombre que se le ha dado puesto que se transmite únicamente una parte o el residuo de una de las bandas laterales.

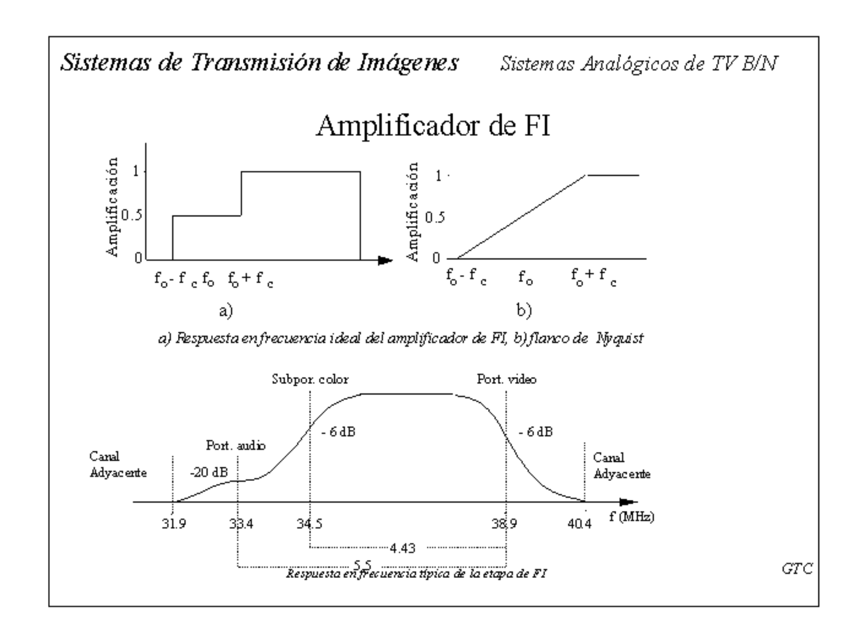
Con el sistema antes descrito, el transmisor opera de la manera usual con las frecuencias de modulación hasta .75 Mhz., y después gradualmente se efectúa una transición y finalmente a las altas frecuencias de modulación únicamente

se transmite la portadora y una sola banda lateral.

Para obtener una recepción satisfactoria con el método de banda lateral vestigial o residual, la respuesta del receptor debe ser compensada de tal forma que la salida del detector de video sea la misma, tanto para las frecuencias de modulación cercanas a la portadora de video, como para las frecuencias alejadas de la portadora. Cuando se hable de los detectores de video se ampliara este punto.

TRANSMISION DEL VIDEO - MODULACION

Para trasmitir más de un programa (más de un canal) se recurre a la modulación de una portadora para enviar la información. La manera más sencilla y con menor ancho de banda, es la modulación de amplitud con banda lateral única **BLU**. Pero en el caso de señales de televisión, al alcanzar estas frecuencias muy bajas, resulta imposible la eliminación completa de una de las 2 bandas, pues no se consigue un filtro de corte tan abrupto. Por lo tanto se recurre a la modulación con **banda lateral vestigial**. En el receptor se debe prever la aparición de doble amplitud en la zona de doble banda lateral, por lo que se recurre a la llamada pendiente de Nyquist.
Según el CCIR, en norma N, se dispone de un ancho de banda de 6MHz
En la demodulación se recurre al método de frecuencia intermedia, siendo esta de 45.75MHz.
Para conseguir la señal de video modulada en amplitud con banda lateral vestigial, se filtra luego de modulada la señal, la banda lateral inferior hasta un cierto resto (este filtrado de la banda lateral inferior obedece a razones históricas, cuando los filtros existentes estaban así diseñados, hoy es posible implementar filtros con idéntica facilidad para filtrar cualquiera de las 2 bandas).
La polaridad de la modulación es negativa, lo que significa que los puntos más brillantes corresponden a valores bajos de amplitud de portadora y los picos de sincronismo a los valores de mayor amplitud de la misma. De esta manera se consigue optimizar el uso del transmisor, requiriendo máxima potencia solo por breves periodos de tiempo.



TRANSMISION DEL SONIDO

La señal de sonido se trasmite por medio de modulación de frecuencia de una portadora de R.F. La desviación de frecuencia es de 50Khz.
En la mayoría de los televisores, para recuperar el sonido se usa el método de interportadopra, esto es, a partir de la diferencia entre portadoras de video y sonido que es de 4.5Mhz. Esta señal es de frecuencia constante y no es afectada por los errores de sintonía o las variaciones del oscilador local.

Transmisores

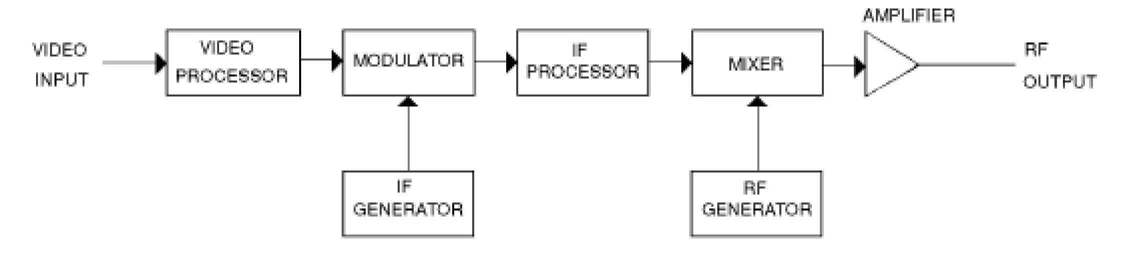
La tendencia actual en la fabricación de transmisores de televisión, es la aplicación de nuevas tecnologías que permiten obtener alta calidad de la señal transmitida, con gran confiabilidad, reduciendo los costos y tiempos de mantenimiento. Estas tecnologías incluyen el diseño de etapas de potencia de estado sólido, que permiten algunas ventajas sobre sus predecesores de tubos de alto vacío.
Los transmisores tienen básicamente dos secciones:
Exitador y Amplificador de RF de potencia.
El exitador provee la funciones de procesamiento que requiere la señal de video, para ser convertida en una señal de RF en el canal asignado. Este procesador incluye modulación corrección de alinealidades, ecualización, traslado de frecuencia, limitación de banda y amplificación a niveles de baja potencia para exitar las etapas de potencia.
Ya que la salida del exitador es una señal modulada de RF estos pueden considerarse como transmisores de baja potencia.
Los amplificadores de potencia son los que proveen la amplificación a la RF modulada a los niveles deseados para cubrir el área a servir.
Los amplificadores de estado sólido predominan en VHF y los de tubos en UHF
Entre las funciones que se deben cumplir en los amplificadores de potencia, están las de control, protección, y disipación de calor, y amplificación lineal con gran eficiencia y confiabilidad
La gran eficiencia se logra haciendo los amplificadores parcialmente saturados en clase AB, para lo que es necesario realizar una precorrección y ecualización para compensar las alinealidades propias de esta clase de operación.
Para conseguir confiabilidad se desarrollan en la actualidad sistemas de arquitectura redundante, para minimizar puntos de falla crítica (salida del aire)

Exitadores para TV analógica

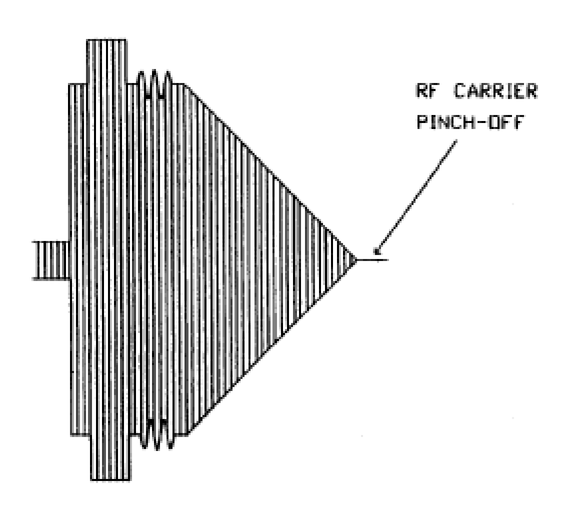
La calidad del exitador determina la excelencia de un transmisor.
El exitador es el que, con las señales de audio y video modula la RF

El modulador de video

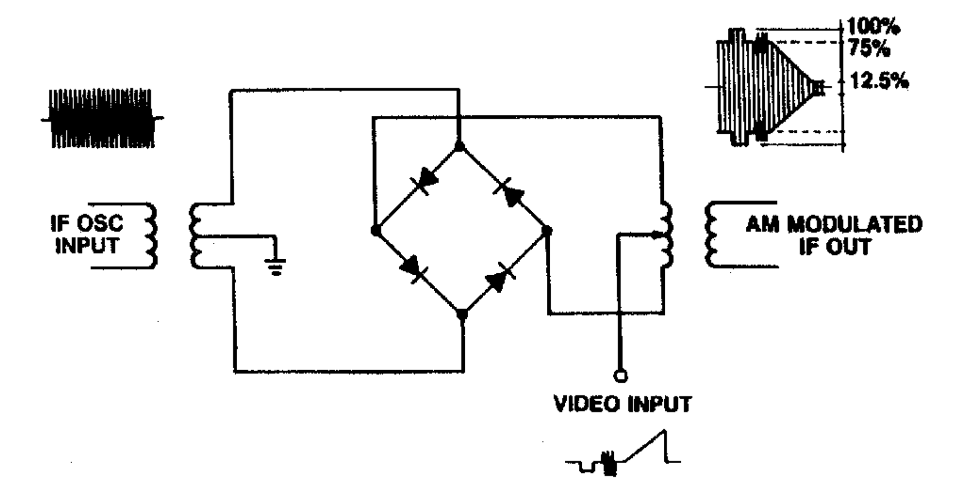
Recibe la señal de video la procesa, corrige, y la convierte en una RF modulada en banda lateral vestigial a frecuencia intermedia .



Procesamiento de Video:
Los principales procesos son: Obtener el correcto nivel de sincronismo y video, remover la señales de modo común (zumbidos y ruidos de fuente), proveer control nivel de la señal de video, proveer restauración del nivel de continua, prevenir la sobre modulación, corregir la respuesta en frecuencia,
Es muy importante la restauración del nivel de continua que se pierde en los acoplamientos de AC porque en el nivel de continua está parte de la información, que es el brillo de la escena.
Las señales de modo común, como son los zumbidos y ruidos por diferencia de masa se eliminan usando amplificadores de entrada diferencial
Es deseable el uso de choques para prevenir que RFs espurias generen ruido e intermodulaciones con las señales de audio y video.
La limitación de picos de blanco es muy importante para prevenir sobre modulación que genera ruidos molestos en el audio



Modulador

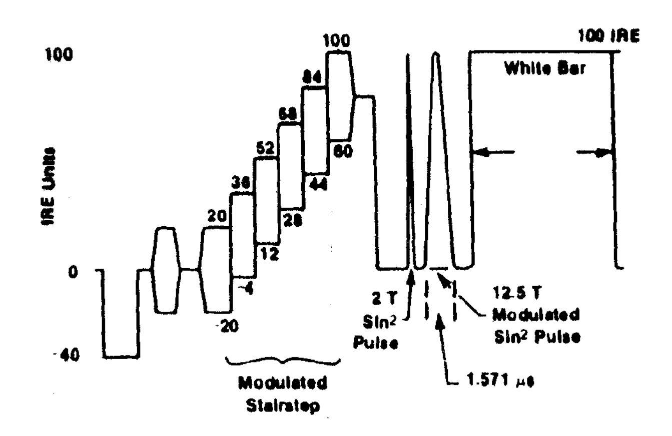


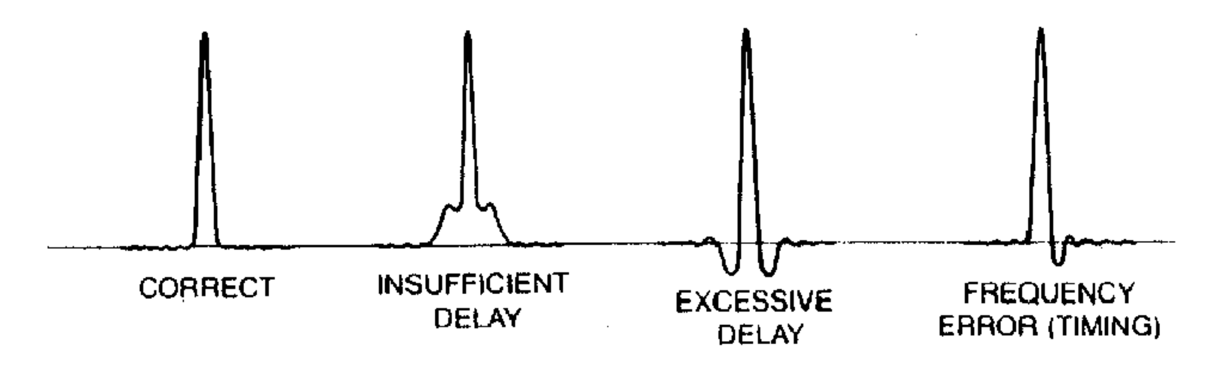
Normalmente se usa un modulador en anillo con diodos que provee una excelente linealidad, bajo ruido. El pico de sincronismo corresponde al máximo de señal de IF y los blancos a la mínima señal
La salida da una señal modulada en amplitud de doble banda lateral, con índice de modulación del 87,5 %.

Compensación de Retardo de Grupo de Video

La distorsión por retardos de grupo se aprecia como un efecto de halo en los bordes de los objetos.

Con señales de prueba como las 2T y 12,5 T de la figura siguiente se pueden medir sencillamente las distorsiones citadas.

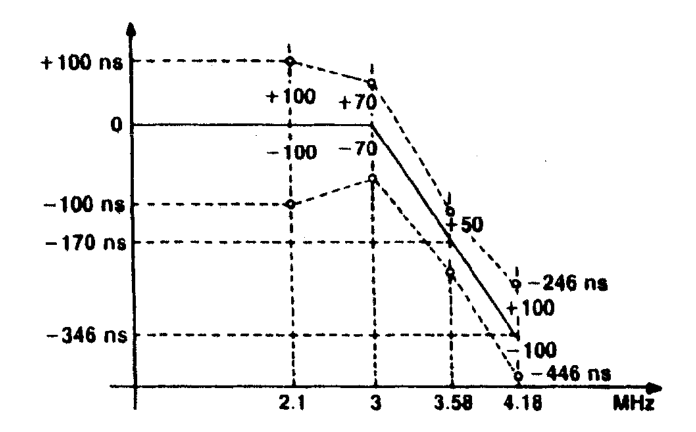




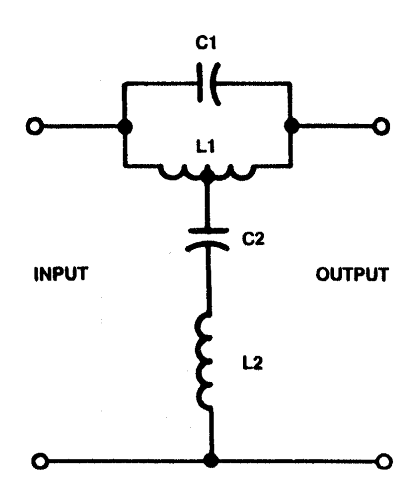
Compensaciones de Frecuencia Intermedia y retardos de grupo de video

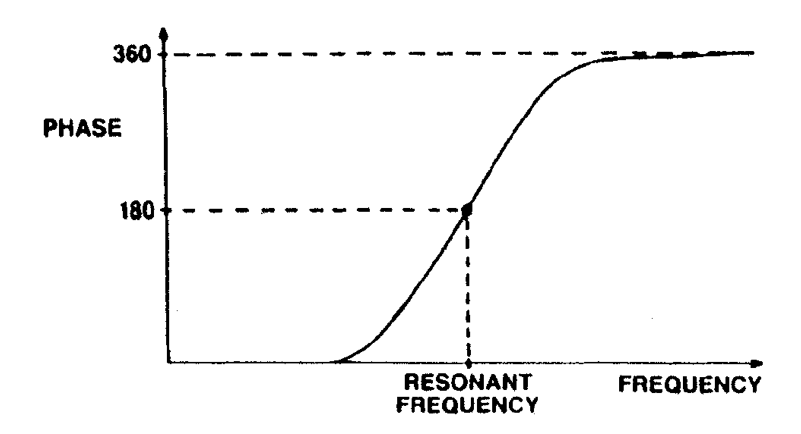
Las técnicas usadas para la ecualización y compensación son a base de filtros activos y pasivos

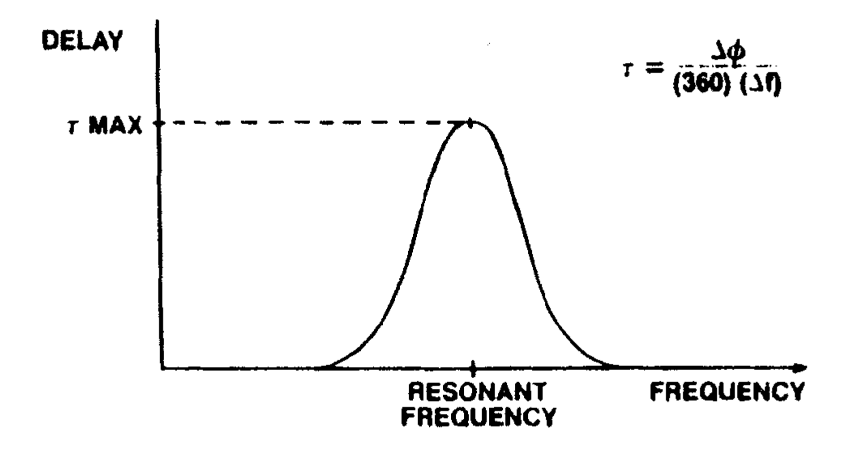
La curva con que se predistosiona la señal de IF es la que se ve en la figura siguiente, y que se hace para compensar los retardos producidos por el circuito LC que configura el filtro de portadora de audio en el receptor. Este filtro del receptor es necesario para evitar que la portadora se sonido se intermodule con el video y portadora de color detectados. Esta inter modulación, de producirse genera molestos y visibles batidos espurios



Ecualizador Pasivo de Retardos de Grupo
Estos filtros pasivos para la ecualización de los retardos de grupo proveen respuesta plana y retardo no lineal para los retardos de grupo, que se ajustan en resonancia y se denominan ***passive allpass***
Network

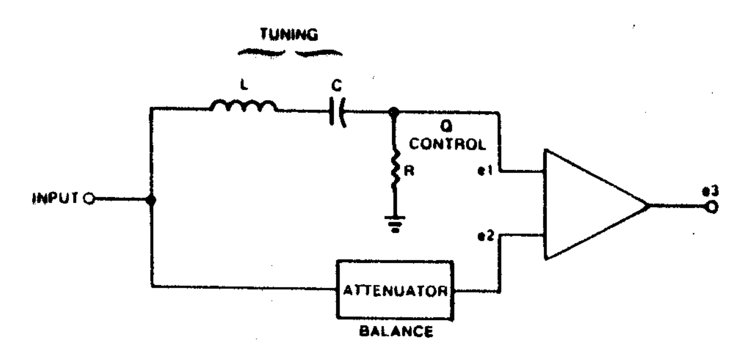






Ecualizador Activo de Retardos de Grupo

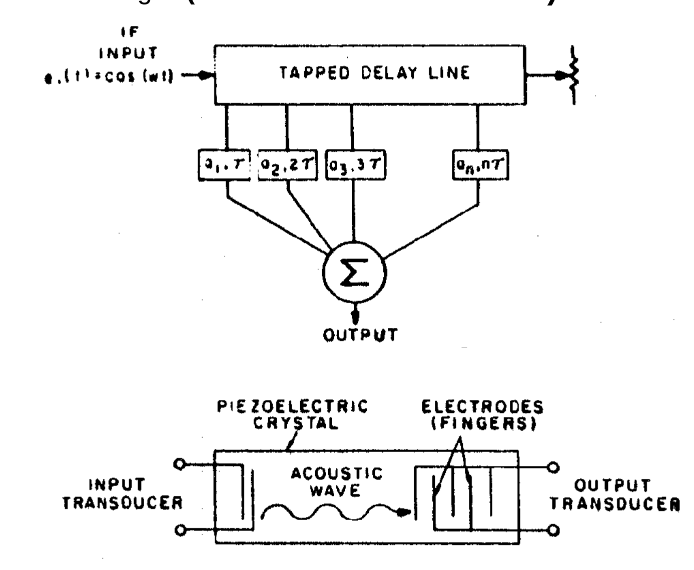
Posee amplitud constante versus la frecuencia de la señal de entrada y su respuesta es no lineal en la respuesta a la fase. Llamados ***all-pass network***



Filtro de Banda Vestigial

Las normas especifican que se debe atenuar la banda lateral inferior, desde 0,75 mhz.
La BLS tendrá 4,2 Mhz de ancho de banda desde la portadora de video-
Con la modulación en IF, el filtraqdo de la BLI se hará en las etapas de bajo nivel de RF.
Actualmente los fabricantes de Tx usan filtros de tecnología de *surface acoustic wave* (SAW), para conseguir los requerimientos de filtrado.

Filtro de banda vestigial (***surface acoustic wave* SAW**)



Los electrodos son los pasos de retardo que determinan la forma y amplitud de la señal resultante. La longitud de ondas de la señal acústica es de 0,001 mm. Lo que permite que el filtro sea muy compacto.

Capacidad ON AIR

La capacidad de permanecer en el aire de un transmisor es quizás una de la características mas importantes del mismo, ya que si sale de aire, dependiendo del los horarios y tiempos el costo puede ser muy importante-

Se mide en porcentaje del tiempo que está en servicio definido por la siguiente ecuación:

$$\text{On-Air Availability} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR + MPMT} \times 100\%$$

Donde :

MTBF : tiempo entre fallas en horas

MTTR : tiempo demandado para reparación en horas

MPMT : tiempo de mantanimiento proventivo en horas

Muchas estaciones tienen poco tiempo para mantenimiento preventivo pues trasmiten 24 horas al día y esto lleva a tener equipos de reserva o redundantes, que es una opción cara.

Amplificadores de RF

Combinando varias etapas de potencia en paralelo se puede diseñar etapas de gran potencia y con redundancia, que en caso de fallar un transistor el resto de la etapa sigue aportando a la salida generando una mejor **on-air availability.**

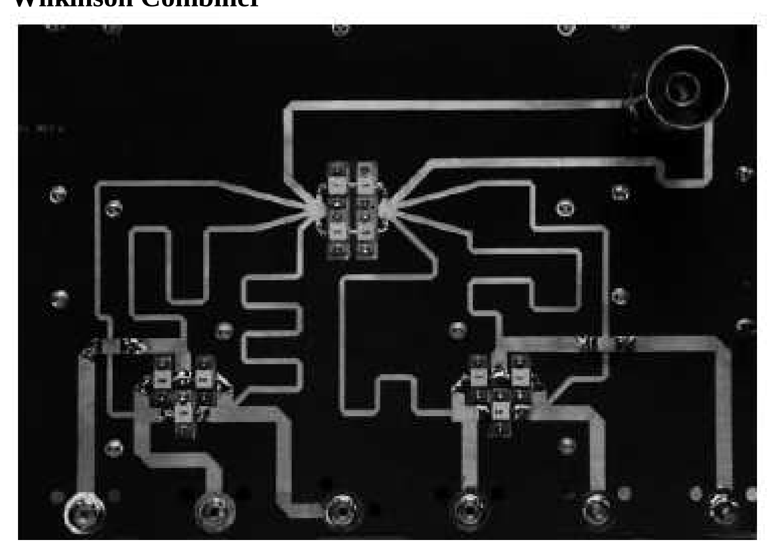
Basados en costo y practicidad los fabricantes hacen etapas de entre 1 a 2 Kw de potencia de salida, Combinando estos se llega potencias de 60 Kw.

Cada PA tiene protecciones muy eficientes contra fallas comunes que se puedan presentar

Amplificadores modulares que se pueden remover mientras el equipo está ON AIR dan la posibilidad de mejorar el MTBF

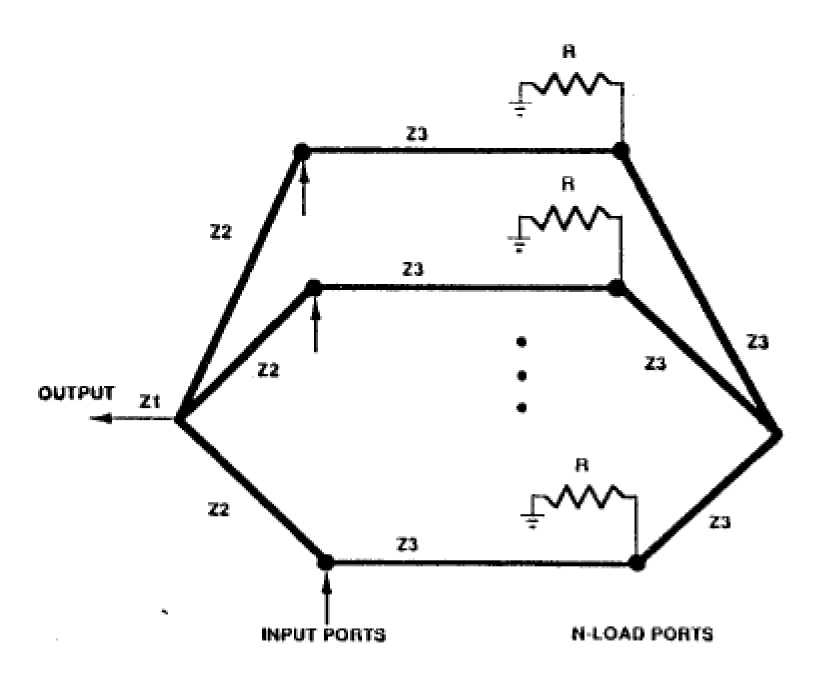
Los amplificadores se compensan en temperatura, para evitar que varíen su potencia y se regulan sus alimentaciones, además de tener un control automático de ganancia.

Combinadores y divisores
Hay muchas formas de combiner Potencia de RF de amplificadores de transistores.
Una forma efectiva y económica es usar los sumadores de N – vías denominados **Microstrip Wilkinson Combiner**



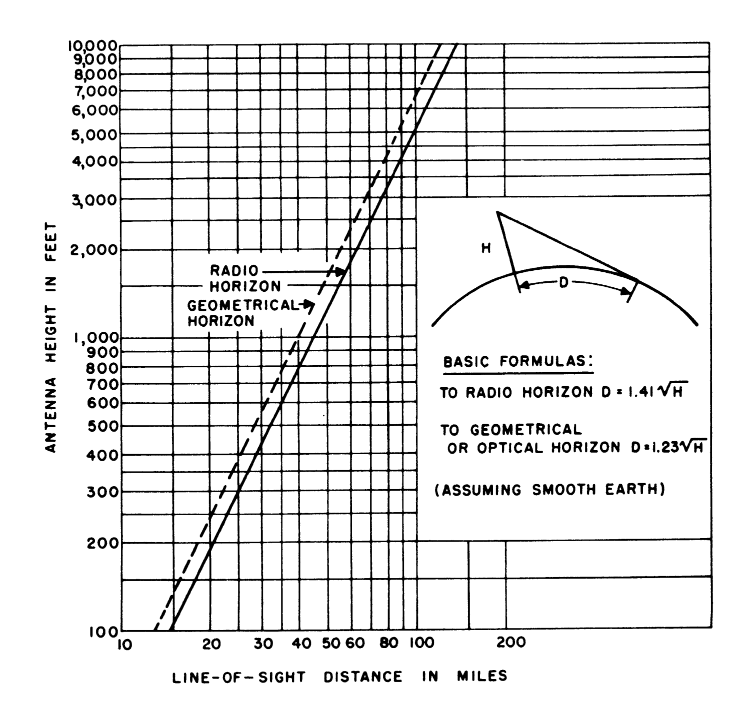
En la figura se ve un ejemplo de Microstrip Wilkinson Combiner. Cuando los transistoresestán polarizados igual, el mimo voltaje se hace presente en los resistores de carga, tal que no hay potencia disipada. Cuando una falla ocurre, la potencia se distribuye entre la carga y el resistor, aportando parte de la potencia a la salida.

Combinador en anillo
La figura siguiente muestra un ejemplo de combinador en anillo:



Cada línea de transmisión es de ¼ de long. de onda entre amplificadores y usando cargas de rechazo que no están en el paso directo a la salida. Bajo condiciones normales todas las potencias aparecen en las salidas y nada es absorbida por las cargas

Distancia a horizonte



PROPAGACIÓN EN EL ESPACIO LIBRE

Espectro radioeléctrico

El espectro de frecuencias radioeléctricas es el conjunto de ondas radioeléctricas cuya frecuencia está comprendida entre 3 Kilohertzios y 3.000 Gigahertzios. El espectro de frecuencias radioeléctricas se divide de acuerdo con el Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.
Las bandas asignadas para servicios de radiodifusión de Radio y Televisión, son las siguientes:

Onda Larga 0,15 – 0,285 MHz
Onda Media 0,52 – 1,605 MHz
Onda Corta 2,30 – 26,100 MHz
Banda I 46 – 68,0 MHz
VHF Banda II: FM 87 – 110 MHz
Banda III 174 – 230 MHz
UHF Banda IV 470 – 606 MHz
Banda V 606 – 862 MHz
FSS banda inf. 10,7 – 11,7 GHz
Ku DBS 11,7 – 12,5 GHz
FSS banda sup.12,5 – 12,75 GHz
Actualmente en España las bandas BI, BIII, BIV y BV están destinadas al servicio de radiodifusión de TV terrena.

Mecanismos de propagación

Las ondas de radio y TV son ondas electromagnéticas que se transmiten a la velocidad de la luz, 300.000 Km/s.
Cuando una antena radia, crea a su alrededor un campo electromagnético cuya intensidad es función de la intensidad que circula por dicha antena y que se va amortiguando a medida que nos alejamos de la misma. El valor de la atenuación que

la onda sufre cuando se propaga es función directa de su frecuencia, de modo que cuanto más elevada es ésta, mayor es también su amortiguamiento.
Las ondas radiadas por una antena emisora son de dos tipos:
a) De tierra: se propagan por la superficie de la tierra. Son las causantes del efecto “desvanecimiento” cuando se reciben con fase distinta que las ondas de espacio.
b) De espacio: son las ondas radiadas al espacio y constituyen toda la base de las comunicaciones. El amortiguamiento es menor que en las anteriores.
Dependiendo del tipo de emisión, el mecanismo de propagación se producirá de una u otra forma. Así tendremos:

- **Emisiones de onda larga** (0,15 a 0,285 MHz): la propagación se produce generalmente por medio de la onda de superficie.
- **Emisiones de onda media** (0,552 a 1,06 MHz): la propagación de estas señales puede tener lugar por la onda de espacio o por la de superficie. La atenuación en la onda de superficie es mayor que en onda larga.
- **Emisiones de onda corta** (2,3 a 26,1 MHz): la propagación de estas señales se hace mediante la onda de espacio debido a la atenuación que sufre la onda de superficie.
- **Ondas de VHF, UHF y superiores:** dentro de las ondas de VHF las señales de Banda I participan tanto de las propiedades de las ondas cortas como de las de frecuencia superior. Esta banda puede considerarse como la transición entre las ondas cortas y las específicas de VHF y UHF.

Las señales utilizadas en BIII de VHF, UHF y superiores se propagan rectilíneamente y si encuentran en su camino una antena receptora inducen en ella una fuerza electromotriz que es aprovechada.
Aquí la onda de superficie no tiene ninguna importancia dado que su amortiguamiento es muy grande.
Del conjunto de ondas radiadas, en TV sólo son aprovechables las que constituyen el rayo óptico o directo.
Teóricamente el alcance máximo de una emisora viene dado por el rayo tangente a la superficie de la tierra TD que constituye el límite de visibilidad entre transmisor y receptor.
Ese alcance óptico tiene como valor:
$D = 3,6 * (\sqrt{H} + \sqrt{h})$ Km
H = altura de la antena emisora en metros
h = altura de la antena receptora en metros
Dado que H suele ser mucho mayor que h, un incremento de igual altura en la antena emisora o receptora, siempre es más útil en esta última por aumentar más el alcance.
Esto nos conduce a una consideración de tipo práctico: en las zonas límite marginales, muy distantes de la estación transmisora, es conveniente aumentar la altura de las antenas receptoras, aunque sea unos pocos metros, mejorando considerablemente la señal.
En la práctica se observa que según el estado de la atmósfera, época del año, etc., el alcance dado por la formula anterior se ve multiplicado por un factor variable comprendido entre 1,25 y 2,5. Ello es debido al efecto de difracción troposférica de las ondas.
Eventualmente puede darse el caso de que existan reflexiones en nubes u otros elementos que produzcan idénticos resultados.
Ocasionalmente también pueden existir reflexiones en las capas ionizadas de la atmósfera (Capas de Heaviside), que dan lugar a grandes alcances, pero dicho fenómeno, muy frecuente en radio, es completamente fortuito en TV.

Efecto de doble imagen

La propagación de las ondas de TV se ve muy afectada por los obstáculos interpuestos entre antena emisora y receptora que atenúan mucho la señal (casas, bosques, montañas, etc.) y que además pueden actuar como pantallas reflectantes.
La aparición de imágenes fantasmas o ecos es debido a ello y su explicación es la siguiente:

La señal llega al receptor por dos caminos, uno directo y otro debido a la reflexión. Si suponemos, por ejemplo, que un rayo reflejado recorre 300 m. más que un rayo directo, llegará con un retraso que será:
Si recorre 3×10^8 m en 1 seg., recorrerá 300 m en t segundos.

$$t = \frac{300}{3 \times 10^8} s = 10^{-6} seg. = 1 \mu s$$

Como en un televisor el tiempo que tarda en barrerse una línea es de 64 µs (retrazado 10 µs), resulta que para un televisor de 23 pulgadas (anchura de pantalla 40 cm), el barrido se hace a razón de 40/54 = 0,74 cm/µs= 7,4 mm/µs.
Así en nuestro caso obtendremos una segunda imagen a la derecha de la auténtica y separada de la misma una distancia de 7,4 mm.

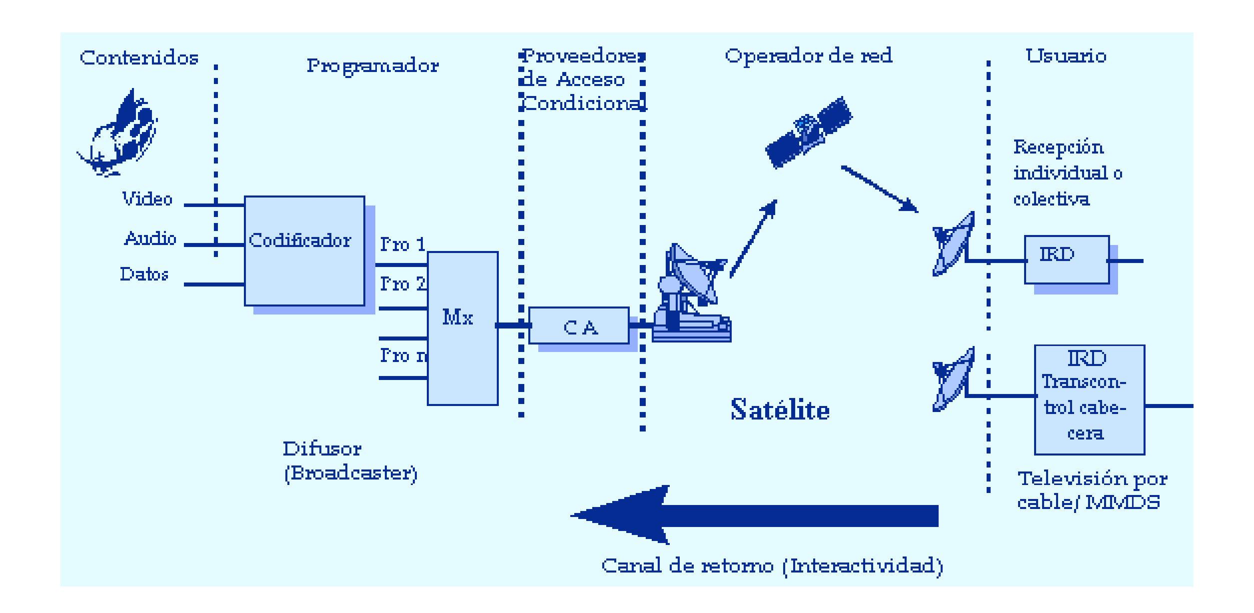
PROPAGACIÓN EN LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

Una línea es un medio de transmisión de energía. Dado que las líneas se utilizan para el envío de señales de diverso tipo a diversas distancias es necesario que estas líneas de transmisión no radien y que además tengan las menores pérdidas posibles.
Un parámetro de gran importancia en toda línea de transmisión es la impedancia característica.
La impedancia característica de una línea podemos definirla como la impedancia que se mediría en un extremo de la línea si ésta fuera de longitud infinita. Dicha impedancia característica depende de la naturaleza de cada línea en particular, y es un parámetro fundamental a la hora de considerar las posibles reflexiones en la misma línea:
Si una línea de transmisión está terminada o conectada a una impedancia igual a su impedancia característica no se producirá reflexión de señal en el extremo de dicha línea y toda la energía transmitida se entregará a la misma.
Si el extremo de una línea está abierto o en cortocircuito, se producirá un cien por cien de reflexión de señal en dicho extremo.
Así se dirá que una línea de transmisión está mejor adaptada cuando el valor de su impedancia de cierre (Impedancia de carga) se acerque más al de su impedancia característica.

LA TELEVISIÓN POR SATÉLITE

CONCEPTOS GENERALES

Como se ha visto en el caso de la TV terrestre, la señal de televisión llega a los receptores domésticos una vez captada por las antenas, generalmente de tipo Yagi, que reciben esta señal de los transmisores, repetidores o reemisores terrestres.
En el caso de la TV satélite, el repetidor de televisión utilizado es un satélite artificial situado en el espacio a una determinada altura sobre la superficie terrestre. Dada la distancia a que se encuentra, las antenas que habrá que utilizar para captar la señal han de tener una gran directividad y ganancia así como otras características específicas que se verán más adelante.
Básicamente, un sistema de este tipo se compone de tres elementos fundamentales: la estación terrena emisora, el satélite y la estación terrena receptora. La figura 1 muestra en esquema el mecanismo de distribución de señales de TV satélite.



CARACTERISTICAS DEL ENLACE DESCENDENTE Y LA SEÑAL TV

Aunque los primeros satélites de comunicaciones que se utilizaron en EE.UU para transmitir señales de TV emplearon la banda C, hoy día el enlace descendente de los satélites con cobertura europea utilizan la banda Ku. En este contexto se pueden dividir las bandas utilizadas por los satélites para la distribución de señales de TV sobre Europa de la siguiente manera:

Banda DBS (SRS): 11,7 GHz a 12,5 GHz

Banda FSS:

Semibanda alta: 12,5 GHz a 12,75 GHz

Semibanda baja: 10,7 GHz a 11,7 GHz

Para ampliar la capacidad de canales que se pueden transmitir por cada una de estas bandas, se recurre al concepto de polarización. La polarización es una característica intrínseca de las ondas electromagnéticas. Puede definirse de una manera simple como la trayectoria descrita por el vector campo eléctrico asociado a una onda electromagnética en propagación.

Los tipos de polarización utilizados en las transmisiones de señales de TV por satélite son:

En DBS(SRS): Polarización circular; a derechas o a izquierdas

En FSS: polarización línea; horizontal o vertical

En el primer caso, el campo eléctrico asociado a la onda electromagnética incidente en la antena avanza girando sobre su eje de la misma forma que un proyectil disparado por un fusil. Si el giro se produce en el sentido de las agujas de un reloj, se denomina polarización a derechas, y, si se realiza en sentido contrario, a izquierdas.

En el caso de polarización lineal, el campo eléctrico describe una trayectoria lineal. El concepto de vertical y horizontal se aplica a un par de ondas con polarización lineal cuyos vectores de campo eléctrico son ortogonales, es decir, forman 90º.

Aparte de las características del enlace antes comentadas vamos a definir la señal que se transmite en dicho enlace. Las características de la señal responden al siguiente cuadro:

- Modulación en FM
- Ancho de banda de canal de 18 a 36 MHz (típico 27 MHz)
- Desviación de 13 a 25 MHz/V
- Energía dispersa (desviación de 0,5 a 4 MHz, onda triangular de 25 Hz)
- Señal de vídeo Pal, seCam, NTSC, etc.
- Señal de audio Mono (5,8 – 6,65 MHz) stéreo en Panda.

Es interesante destacar la diferencia existente entre la modulación de las señales de TV terrena y las señales de TV satélite.

Mientras las primeras están moduladas en AM, las segundas lo están en FM ello

quiere decir que para poder visualizar un canal cualquiera de la señal de TV procedente de satélite en un receptor convencional esta ha de ser previamente demodulada.
Hay que hacer notar que debido a que en la modulación de amplitud la información se transmite en las variaciones de amplitud y en la modulación de FM la información se transmite en la variación de frecuencia, esta última modulación es mucho más robusta a los ruidos atmosféricos..etc, que la primera. Esto permite que con relaciones portadora/ruido (C/N) muy bajas se obtengan excelentes calidades de imagen.